

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
 (c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008229897 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1990-116898/199016

XRPX Acc No: N90-090591

**EM injector valve for engine - with flat valve seat with precision stamped lip for hydraulic location**

Patent Assignee: MESENICH G (MESE-I); SIEMENS-BENDIX AUTO (SIEI ); SIEMENS AG (SIEI ); SIEMENS-BENDIX AUTO ELECTRONICS (SIEI ); SIEMENS-BENDIX AUTO ELECTRONIC (SIEI )

Inventor: MESENICH G

Number of Countries: 013 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3834447	A	19900412	DE 3834447	A	19881010	199016 B
WO 9004096	A	19900419			199019	
US 5033716	A	19910723	US 89419376	A	19891010	199132
EP 452329	A	19911023	EP 89911462	A	19891010	199143
JP 4505197	W	19920910	JP 89510705	A	19891010	199243
			WO 89US4324	A	19891010	
EP 452329	B1	19940216	EP 89911462	A	19891010	199407
			WO 89US4324	A	19891010	
DE 68913215	E	19940324	DE 613215	A	19891010	199413
			EP 89911462	A	19891010	
			WO 89US4324	A	19891010	
KR 9610291	B1	19960727	WO 89US4324	A	19891010	199923
			KR 90701240	A	19900611	
JP 2968295	B2	19991025	JP 89510705	A	19891010	199950
			WO 89US4324	A	19891010	

Priority Applications (No Type Date): DE 3834447 A 19881010

Cited Patents: 03 64146900; 02 20746300; 4245789

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 3834447 A 9

WO 9004096 A

Designated States (National): JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH DE FR GB IT LU NL SE

US 5033716 A 8

EP 452329 A

Designated States (Regional): DE FR GB IT

JP 4505197 W 7 F02M-051/06 Based on patent WO 9004096

EP 452329 B1 E 10 F02M-051/06 Based on patent WO 9004096

Designated States (Regional): DE FR GB IT

DE 68913215 E F02M-051/06 Based on patent EP 452329

Based on patent WO 9004096

JP 2968295 B2 8 F02M-051/06 Previous Publ. patent JP 4505197

Based on patent WO 9004096

KR 9610291 B1 F02M-051/06

Abstract (Basic): DE 3834447 A

The injector valve has an electromagnetically moved valve element with a flat locating surface onto the solenoid drive section of the valve. The drive section is worked with a stamped lipped profile (201) with a depth of between 3 and 10 micrometres. This is obtained by

BEST AVAILABLE COPY

holding the section in a guide (202) and striking it with a shaped tool head (205) also sliding in the guide.

The valve element is linked to the drive element by a spring. The actual valve seat is also flat and presses onto a shaped valve surface with grooves leading to the injector jets. These are spaced around the back of the spray head. The stepped profile provides a hydraulic coupling to prevent mechanical impact damage.

ADVANTAGE - Long life valve. Accurate injection pulses. (9pp  
Dwg.No.2/7)

Abstract (Equivalent): EP 452329 B

A method of producing one or more hydraulic damping gaps (117 or 201) in a pole- or valve-seat-containing member (121 or 101) of electromagnetic hydraulic valve in order to improve the valve's dynamic response characterised in that the gap or the gaps are created by stamping the surface of the member (121 or 101) with a stamping tool (205,207) having the shape of the hydraulic damping gaps resulting in local densification of the material of the member, the depth of the hydraulic damping gaps being defined by the kinetic energy of the stamping tool.

Dwg.1/7

Abstract (Equivalent): US 5033716 A

The electromagnetic fuel injector comprises a fuel inlet, a fuel outlet, an electromagnetic coil, an armature, and a reset spring arranged to control the passage of fuel from the inlet to the outlet.

The armature is radially guided mechanically and has a ball-type periphery and closes the injector by impacting a valve seat disposed centrally of the coil. The injector is provided with two annular concentric raised valve seats forming a groove-type fuel collection space therebetween which is in communication with several nozzles leading to the fuel outlet. USE - For hydraulic guidance system.

(8pp)

Title Terms: EM; INJECTOR; VALVE; ENGINE; FLAT; VALVE; SEAT; PRECISION;  
STAMP; LIP; HYDRAULIC; LOCATE

Derwent Class: P52; P56; Q53; Q66; X22

International Patent Class (Main): F02M-051/06

International Patent Class (Additional): B21K-001/20; B23P-015/16;  
F02M-051/08; F02M-061/18; F16K-031/06

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A02A

?

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHE



DEUTSCHES

PATENTAMT

## (20) Offenlegungsschrift

(11) DE 3834447 A1

(51) Int. Cl.

B25D 5/16

F 02 M 51/08

(21) Aktenzeichen: P 38 34 447.5

(22) Anmeldetag: 10. 10. 88

(23) Offenlegungstag: 12. 4. 90

DE 3834447 A1

(21) Anmelder:

Mesenich, Gerhard, Dipl.-Ing., 4630 Bochum, DE

(22) Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	37 23 698 A1
DE	35 42 044 A1
DE	34 08 012 A1
DE	30 13 694 A1
DE-OS	20 49 671
FR	25 98 752 A1
US	47 08 117
US	45 85 174
US	35 67 135
US	28 81 980
EP	01 72 591 A1

(54) Elektromagnetisches Einspritzventil und Verfahren zu dessen Herstellung

Es wird ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil beschrieben, das mit einem flachen Ventilsitz ausgestattet ist. Das Einspritzventil besitzt eine hydraulische Parallelführung des Ankers, die durch zweckmäßig angeordnete Quetschspalte erreicht wird. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung der Quetschspalte beschrieben.

DE 3834447 A1

X

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil mit hydraulisch geführtem Anker, das zur Einspritzung von Kraftstoff in das Saugrohr von Verbrennungskraftmaschinen dient. Der Kraftstoffdruck beträgt vorzugsweise 1–4 bar. Weiterhin wird ein Fertigungsverfahren zur Herstellung der hydraulischen Führung beschrieben.

## Aufgabenstellung und Stand der Technik

Aus dem US-Patent 47 08 117 ist ein Ventil bekannt, das einen halbkugelförmigen Anker besitzt. Dieses bekannte Ventil ist dort in Fig. 23 dargestellt. Die kugelförmige Unterseite dieses Ankers kommt bei nicht erregtem Magnetkreis auf einem ringförmigen Ventilsitz zur Anlage. Bei diesem bekannten Ventil besteht das Problem, daß die Stellung des Ankers in Ruhelage nicht genau definiert ist. Hierdurch kann es zu Schieflagen des Ankers kommen, die schwankende Anzugszeiten des Ventils zur Folge haben.

Ziel der Erfindung ist ein schnelles, prellarmes Ventil, bei welchem der Anker durch eine hydraulische Parallelführung in stabile Endlagen gezwungen wird, und ein geeignetes Fertigungsverfahren zur Herstellung dieser hydraulischen Parallelführung.

## Erfindungsgemäßes Einspritzventil

Eine bevorzugte Ausführungsform des Ventils ist in Fig. 1 dargestellt.

Das Ventil wird im folgenden anhand von Fig. 1 näher erläutert.

Das Ventil gemäß Fig. 1 besitzt einen am Außenfang kugelförmigen Anker 109, der vorzugsweise aus einer Vollkugel herausgearbeitet ist. Der Außendurchmesser des Ankers beträgt vorzugsweise ca. 5–6 mm. Der Anker 109 ist an der Unterseite und an der Oberseiteflach. Der Anker 109 wird seitlich von der im Gehäuse 102 befindlichen Bohrung 123 geführt. Durch die seitliche Führung und die an Unter- und Oberseite flache Form des Ankers 109 wird gegen Ende der jeweiligen Ruhelage des Ankers eine definierte Ankerlage erzielt. Innerhalb des Ankers 109 ist die Rückstellfeder 110 angeordnet. Die Rückstellfeder 110 ist auf dem Bolzen 105 gelagert. Der Bolzen 105 ist in den Magnetpol 101 eingepreßt. Der Magnetpol 101 ist über den Flansch 107 fest mit dem Gehäuse 102 verbunden. Das Magnetsfeld wird von der Spule 104 erzeugt. Der magnetische Rückschluß zum Anker 109 erfolgt über das Gehäuse 102. Das Ventil besitzt einen Zerstäuber 121, der in das Gehäuse 102 eingepreßt ist. In den Zerstäuber 121 sind zwei flache Ventilsitze 113 und 125 eingearbeitet. Zwischen den Ventilsitzen 113 und 125 ist eine umlaufende Nut 114 angeordnet, von der aus der Kraftstoff zu den Düsen 118 gelangt. Die Zuströmung des Kraftstoffs zu den Dichtkanten der Ventilsitze erfolgt durch die im Zerstäuber 121 eingearbeiteten Taschen 116 und 117. Die Anzahl der Düsen beträgt vorzugsweise 4–8. Die Abspritzrichtung der Düsen weist auf die nach innen gerichtete Kante 120 des Zerstäubers 121. Die nach innen gerichtete Kante 120 des Zerstäubers 121 erlaubt die Verwendung von zu Nut 114 senkrechten Düsen 118. Derart senkrecht angeordnete Düsen sind im Vergleich zu der sonst üblichen Schräganordnung fertigungstechnisch vorteilhaft. Weiterhin erlauben derart senkrecht angeordnete Düsen eine besonders schmale

Nut 114. Durch Verringerung der Breite der Nut 114 wird die auf den Anker 109 ausgeübte statische Öffnungskraft in vorteilhafter Weise verringert.

Die Kraftstoffzufuhr erfolgt über zwei im Gehäuse 102 befindliche Bohrungen 103. Aus dem Gehäuse gelangt der Kraftstoff durch seitliche Bohrungen 106 in den Innenbereich des Pols 101 und von hier durch eine zentrale Bohrung 112 im Anker 109 zur Innenseite des Ventilsitzes 113. Weiterhin gelangt der Kraftstoff durch die Bohrungen 108 zur Außenseite des Ventilsitzes 113. Zusätzlich können im Anker 109 seitliche Bohrungen 111 angeordnet werden, die dem Druckausgleich zwischen dem inneren Ventilsitz 125 und dem äußeren Ventilsitz 113 dienen.

Der in Fig. 1 dargestellte Ventilsitz wird sowohl von innen als auch von außen durchströmt, wodurch ein großer Öffnungsquerschnitt des Sitzes bei geringem Ankerhub erzielt wird. Der elektrische Energiebedarf eines derartigen Ventils mit einem Ventilsitz mit zweiseitiger Durchströmung ist daher erheblich geringer als bei den üblichen Ventilaufbauten. Nachteilig ist jedoch eine gegenüber den üblichen Ausführungen verschlechterte Dichtfähigkeit. Diese verschlechterte Dichtfähigkeit ist dadurch bedingt, daß es bei einem derartigen Sitz zu einem Einschlagen der äußeren Dichtkante kommen kann. Dieses Einschlagen der äußeren Dichtkante wird durch ein einseitiges Aufschlagen des Ankers verursacht.

Das einseitige Einschlagen des Ventilsitzes könnte theoretisch durch eine exakte mechanische Parallelführung des Ankers vermieden werden. Eine solche Führung verbietet sich jedoch wegen der sehr hohen Fertigungskosten. Eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen Einschlagen kann in der Praxis durch Verbreiterung der äußeren Dichtkante 113 des Ventilsitzes auf bis zu 0,3 mm erzielt werden. Hierdurch wird eine hydraulische Dämpfung der Aufschlagbewegung des Ankers durch eine Quetschströmung innerhalb des Dichtspaltes erzielt. Bei einer derart breiten äußeren Dichtkante erhöht sich jedoch in unerwünschter Weise die hydrostatische Öffnungskraft des Ventils.

Eine ähnliche Problematik besteht bezüglich der Aufschlagbewegung des Ankers auf den Magnetpol. Hierbei könnte theoretisch eine erwünschte Dämpfung der Aufschlagbewegung erzielt werden, indem der Anker und der Pol an der gegenseitigen Berührungsfläche vollkommen flach ausgebildet werden. Hierdurch wird die erwünschte Dämpfung der Aufschlagbewegung zuverlässig erzielt. Allerdings kommt es dann zu hydraulischem Kleben, da es dem Kraftstoff nicht möglich ist, den bei der Rückstellbewegung entstehenden Spalt ausreichend schnell aufzufüllen. Wegen des hydraulischen Klebens ergeben sich dann lange und schlecht reproduzierbare Rückstellbewegungen. Daher ist der Pol 101 in Fig. 1 mit einem vorstehenden Kragen 115 versehen, an dem der Anker 109 zur Anlage kommt. Hierdurch wird die Auflagefläche des Ankers vermindert. Die Verwendung eines derartigen Krags ist vom Anmelder bereits in einer früheren Anmeldung vorgeschlagen worden (P 34 08 012). Weiterhin hat der Anmelder dort vorgeschlagen, die Höhe dieses Krags so gering auszuführen, daß eine Dämpfung der Aufschlagbewegung des Ankers durch eine Quetschströmung in dem den Kragen umgebenden Ringspalt erzielt wird. Es hat sich jedoch in der Zwischenzeit gezeigt, daß die erforderliche geringe Höhe des Krags mit den derzeit üblichen Fertigungsmethoden nicht mit ausreichender Präzision bei tragbaren Fertigungskosten möglich ist. Daher ist es

X

bisher üblich, die Höhe dieses Kragens mit ca. 0,03–0,06 mm zu wählen, daß in dem umgebenden Ringspaß **[REDACTED]** zu gewünschte Dämpfung mehr erzielt wird. Der Kragen muß dann mit 0,3–0,5 mm relativ breit ausgeführt werden, um eine ausreichende Dämpfung der Aufschlagbewegung des Ankers auf den nicht gehärteten Pol zu erlangen. Die Dämpfung der Aufschlagbewegung erfolgt dann nur im Bereich der Berührungsfläche des Kragens 115 mit dem Anker 109. Weiterhin entstehen dann Spitzenvwerte des magnetischen Flusses an den Kanten dieses Kragens, die einen langsameren Abbau der Magnetkraft zu Beginn der Rückstellbewegung bewirken. Zu Beginn der Anzugsbewegung wird die Magnetkraft durch den Kragen in unerwünschter Weise verringert.

Untersuchungen des Anmelders haben ergeben, daß durch eng tolerierte Quetschspalte eine hydraulische Parallelführung des Ankers erzielt werden kann. Zur Erzielung der hydraulischen Parallelführung werden im Bereich des Ventilsitzes und des Magnetröles enge Quetschspalte eingeprägt. Eine derartige hydraulische Parallelführung ist auf einer Länge von ca. 5–20% des Ankerhubes wirksam. Durch die hydraulische Parallelführung wird der Anker kurz vor Erreichen der jeweiligen Endlage durch stark ansteigende hydraulische Kräfte in eine zu der jeweiligen Anschlagsfläche parallele Lage gezwungen. Die starken hydraulischen Kräfte werden durch die hohe Ankergeschwindigkeit gegen Ende des Spaltschließvorganges hervorgerufen. Die hydraulischen Kräfte zu Beginn des Spaltöffnungsvorgangs sind demgegenüber nur sehr gering, da der Anker zu Beginn des Bewegungsvorgangs nur eine sehr geringe Geschwindigkeit besitzt. Weiterhin ist der Einfluß von Viskositätsänderungen des Kraftstoffs auf die Stabilität der Öffnungs- und Schließzeiten des Ventils nur sehr gering, da das Verfahren der hydraulischen Parallelführung nur auf einem geringen Teil des Ankerhubes wirksam ist. Die hydraulische Parallelführung des Ankers erlaubt die Verringerung des wirklichen Arbeitsluftpaltes und die Verwendung geringerer Sitzbreiten, wodurch insgesamt ein verbessertes dynamisches Verhalten des Ventils erreicht wird.

Die Gestaltung der Quetschspalte wird anhand des erfundengemäßen Ventils erläutert. Bei dem erfundengemäßen Ventil wird eine hydraulische Parallelführung erzielt, indem im Bereich des Magnetröles ein ringförmiger Quetschspalt 201 und im Bereich des Ventilsitzes ein ringförmiger Quetschspalt 117 eingeprägt wird. Die Tiefe dieser beiden Quetschspalte wird hierbei so gering wie möglich ausgeführt, wobei die geringstmögliche Tiefe durch unzulässig zunehmende Anzugs- und Abfallzeiten bestimmt ist. Die unzulässig zunehmenden Anzugs- und Abfallzeiten bei zu geringer Tiefe der Quetschspalte sind dadurch bedingt, daß es dem Kraftstoff zu Beginn des jeweiligen Spaltöffnungsvorgangs nicht mehr möglich ist, die Quetschspalte ausreichend schnell aufzufüllen. Weiterhin ist es unbedingt erforderlich, daß die Tiefe der Quetschspalte über der gesamten Erstreckung dieser Spalte möglichst gleichmäßig ist. Andernfalls verursachen die hydraulischen Kräfte eine Schieflage des Ankers, die ein einseitiges Anschlagen des Ankers hervorrufen. Ein derart einseitiges Anschlagen des Ankers ist mit hohem Verschleiß verbunden.

Durch den erfundengemäßen Quetschspalt im Bereich des Ventilsitzes wird als zusätzlicher Vorteil eine zunehmende hydraulische Rückstellkraft im Bereich des Anfangshubs des Ankers erzielt. Diese zunehmende hy-

draulische Rückstellkraft wird durch Strömungskräfte im Quetschspalt erzeugt. Diese Strömungskräfte sind zu Beginn der Ventilöffnung zunächst nur gering, da zunächst der Druckabfall nahezu ausschließlich im Ventilsitz erfolgt. Mit zunehmender Ventilöffnung steigt der Druckabfall in dem den Ventilsitz umgebenden Quetschspalt, wodurch der Anstieg der hydraulischen Rückstellkraft erfolgt. Weiterhin wirken diese hydraulischen Strömungskräfte einer Schieflage des Ankers entgegen, wodurch eine zusätzliche Stabilisierung der Ankerbewegung erfolgt.

Allerdings nehmen die Strömungskräfte gegen Ende des Ankerhubs wieder ab, was an sich unerwünscht ist. Diese Abnahme ist darauf zurückzuführen, daß gegen Ende des Ankerhubs die Drosselung des Durchflusses in den Düsen diejenige im Ventilsitz übersteigt. Hierdurch sinkt die Strömungsgeschwindigkeit im Sitz. Die Dynamik des Ventils wird hierdurch jedoch nur wenig beeinflußt, da der Bereich mit abnehmenden Strömungskräften mit hoher Ankergeschwindigkeit in sehr kurzer Zeit durchlaufen wird.

Es versteht sich von selbst, daß derartige Quetschspalte nicht nur bei nüsformigen Ventilsitzten angewendet werden können. Es ist beispielsweise ohne weiteres möglich, einen derartigen Quetschspalt auch bei einem der üblichen kreisförmigen Ventilsitzten vorzusehen. Hierzu wird dann der kreisförmige Ventilsitz von einem Quetschspalt umgeben. Die Verwendung eines derartigen einfachen kreisförmigen Ventilsitzes ist auch bei dem erfundengemäßen Ventil gemäß Fig. 1 alternativ zu dem nüsformigen Ventilsitz ohne weiteres möglich.

Die günstigsten Abmessungen der Quetschspalte sind mit Hilfe von vom Anmelder entwickelten Simulationsprogrammen einer numerischen Berechnung gut zuverlässig. Trotzdem sollte in der Praxis eine experimentelle Optimierung der Abmessungen erfolgen, um auch den Einfluß der stets vorhandenen Fertigungstoleranzen besser einschätzen zu können. Die experimentelle Optimierung kann im Rahmen der üblichen Dauererprobung erfolgen. Bezuglich des Quetschspaltes im Bereich des Pols wird hierzu die Tiefe des Spaltes 201 so gering wie möglich gewählt, ohne daß es zu nennenswerten Verzögerungen der Abfallbewegung des Ankers durch hydraulische Dämpfungskräfte kommt. Die Abfallzeiten des Ventils sind mit bekannten Methoden einer Messung leicht zugänglich. Die Breite des Kragens 115 wird ebenfalls so gering wie möglich gewählt, ohne daß es zu einem Einschlagen der Berührungsflächen während der Dauererprobung kommt. Das beginnende Einschlagen läßt sich leicht optisch mit Hilfe eines Mikroskops feststellen. In der Regel wird die funktionstechnisch günstigste Höhe des Kragens ca. 3–10 Millimeter und die Breite des Kragens ca. 0,1–0,2 mm betragen. In analoger Form wird die Optimierung der Tiefe der Dämpfungstasche 117 und der Breite des äußeren Ventilsitzes durchgeführt. Die Breite des inneren Ventilsitzes sollte so gering wie fertigungstechnisch vertretbar ausgeführt werden (vorzugsweise ca. 0,1 mm). Die Tiefe der Dämpfungstasche 117 kann von 5 bis zu 30 Mikrometer betragen, wobei die größeren Werte bei einer großen seitlichen Erstreckung dieser Tasche erforderlich werden.

Zur Erzeugung der Quetschspalte dient ein erfundengemäßes Prägeverfahren. Hierzu werden die Oberflächen, in die die Quetschspalte eingearbeitet werden sollen, zunächst völlig eben ausgeführt. Anschließend wird auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Teiles ein Prägewerkzeug aufgesetzt und der Quetschspalt

X

mit Hilfe eines Prägewerkzeugs eingeschlagen. Der Quetschspalt wird durch eine lokale Verdichtung des Werkstoffes des Werkstückes erzeugt. Durch die lokale Verdichtung des Werkstoffes wird ein sonst mögliches unkontrolliertes Zurückfedern des Werkstoffes ausgeschlossen. Ein derartiges unkontrolliertes Zurückfedern ist stets dann möglich, wenn das durch Prägen zu bearbeitende Teil dünnwandig ausgeführt ist und im Bereich der Prägefäche nicht fest unterstützt wird. Durch ein derartiges unkontrolliertes Zurückfedern wird die Präzision des Prägevorgangs unzulässig vermindert. Die Tiefe des Quetschspaltes wird durch die kinetische Energie des Schlagwerkzeugs bestimmt. Das Verfahren wird anhand von Fig. 2 näher erläutert.

Fig. 2 zeigt beispielhaft eine geeignete Vorrichtung zur Einarbeitung des Quetschspaltes 201 in den Magnetpol 101 des Ventils gemäß Fig. 1.

Hierbei ist der Magnetpol 101 auf den massiven Gegenhalter 203 aufgesetzt. Die träge Masse des Gegenhalters 203 sollte hierbei erheblich größer als diejenige des Werkstückes (Pol 101) gewählt werden. Auf die zu bearbeitende Polfläche des Magnetpols 101 wird das Prägewerkzeug 205 aufgesetzt. Das Prägewerkzeug 205 wird durch die Führungshülse 202 auf dem Magnetpol 101 zentriert. Das Prägewerkzeug 205 besitzt eine Ein-drehung 209, deren Tiefe die Tiefe des zu prägenden Quetschspaltes übersteigt. Hierdurch ist gewährleistet, daß das Prägewerkzeug nur auf der zu prägenden Fläche zur Anlage kommt. Die Unterkante 208 des Prägewerkzeugs besitzt die Form des zu prägenden Quetschspaltes, die im vorliegenden Beispiel Kreisringform besitzt. Das Prägewerkzeug 205 ist an der Oberseite 210 ballisch ausgebildet. Über dem Prägewerkzeug 205 befindet sich das Schlagwerkzeug 207. Die Tiefe der Einprägung ergibt sich aus der kinetischen Energie des Schlagwerkzeugs 207, wobei die kinetische Energie bei einfachen Schlagvorrichtungen unmittelbar der Fallhöhe  $h$  proportional ist. Beim Prägevorgang schlägt das Schlagwerkzeug 207 auf den Berührungs punkt 206 des Prägewerkzeugs 205. Der Berührungs punkt 206 liegt wegen der ballischen Oberfläche 210 des Prägewerkzeugs 205 in der Mitte des Prägewerkzeugs. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung der Schlagkraft auf die zu prägende Fläche 201 erzielt. Durch diese gleichmäßige Verteilung der Schlagkraft ist auf einfache Weise eine außerordentlich hohe Präzision der Einschlagtiefe auf dem gesamten Umfang des Quetschspaltes gewährleitet. Alternativ zu der in Fig. 2 dargestellten Form des Prägewerkzeugs 205 kann dieses beispielsweise auch aus einer gehärteten Kugel herausgearbeitet werden. Mit derartigen Kugeln ist die Herstellung von geeigneten Prägewerkzeugen für rotationssymmetrische Quetschspaltformen besonders leicht möglich.

Das Verfahren ist jedoch nicht auf Erzeugung von rotationssymmetrischen Formen des Quetschspaltes beschränkt. Generell muß zur Erzeugung von beliebigen Formen des Quetschspaltes der Druckpunkt des Prägewerkzeugs auf dem Flächenschwerpunkt des Quetschspaltes liegen. Als Druckpunkt ist hierbei der Durchtrittspunkt der auf dem Berührungs punkt des Prägewerkzeugs mit dem Schlagwerkzeug senkrechten Achse durch die Ebene, in der sich der Quetschspalt befindet (Wirkungspunkt der Schlagkraft), definiert. Bei rotationssymmetrischen Formen liegt der Flächenschwerpunkt stets im Zentrum des Quetschspaltes. Eine derart einfache Form eines ringförmigen Quetschspaltes ist beispielsweise in Fig. 3 dargestellt. Es ist jedoch auch ohne weiteres möglich, mehrere auf einem Teil in einer

gemeinsamen Ebene befindliche Quetschspalte in einem Arbeitsgang zu fertigen. Als Druckpunkt kann in der gemeinsame Flächenschwerpunkt der gleichzeitig zu fertigenden Quetschspalte zu wählen. Das zu bearbeitende Teil kann beispielsweise auch eine längliche flache Form aufweisen. Der Anmelder stellt in einer gleichzeitigen anderen Patentanmeldung ein Ventil mit Kippanker vor, bei dem der Kippanker und ein den Kippanker tragendes Teil eine derartige längliche Form aufweisen. Das hier vorgestellte Prägeverfahren ist zum Einprägen von Quetschspalten in solch komplizierte Teile besonders gut geeignet.

Der von dem Prägewerkzeug gemäß Fig. 2 mit einem Quetschspalt versehene Pol 101 ist in der Aufsicht in Fig. 3 dargestellt. Die Auflagefläche des Ankers 109, die sich auf dem Kragen 115 befindet, ist hierbei schraffiert dargestellt. Der Kragen 115 ist von der eingeprägten Fläche 201 umgeben.

Weiterhin ist das erfundungsgemäße Prägeverfahren sehr gut zur Herstellung von eng tolerierten flachen Ventilsitzen geeignet. Hierbei wird die an den Quetschspalt angrenzende Sitzkante unmittelbar durch Einprägung des Quetschspaltes gefertigt. Dies wird anhand von Fig. 4 näher erläutert.

Fig. 4 zeigt den Ventilsitz gemäß Fig. 1 in der Aufsicht.

Es werden die gleichen Bezugsnummern wie in Fig. 1 verwendet. Hierbei wird der Ventilsitz zunächst durch einen Gegenhalter unterstützt, der in die zentrale Bohrung im Zerstäuber 121 eingeht, und die innere Tasche 116 eingeprägt. Anschließend wird der gesamte Zerstäuber 121 durch einen flachen Gegenhalter unterstützt, und die äußere Tasche 117 eingeprägt. Die äußere Tasche 117, die den Quetschspalt zur hydraulischen Parallelführung des Ankers bildet, sollte eine Breite von ca. 1–2 mm aufweisen. Die Nut 114 wird in einem getrennten Bearbeitungsvorgang gefertigt. Alternativ kann auch ein an der Unterseite flaches Teil verwendet werden, das die Ventilsitze trägt. Dieses kann dann auf einen separaten Zerstäuber aufgesetzt werden. Hierdurch wird es möglich, den gesamten Sitzbereich großflächig mit einem Gegenhalter zu unterstützen. Die beiden Taschen 116 und 117 werden dann gemeinsam in einem Arbeitsgang eingeprägt. Das Prägewerkzeug wird dann mit einer kreisringförmigen Nut versehen, wobei dann die Innen- und Außenkante dieser Nut die Innenkante des inneren Ventilsitzes 125 und die Außenkante des äußeren Ventilsitzes 113 prägt. Die Tiefe der Prägung beträgt vorzugsweise 5–30 Mikrometer. Dem Prägevorgang kann ein kurzer Flachlappvorgang folgen, um einen eventuellen Verzug der Ventilsitze durch den Prägevorgang vollständig zu beseitigen.

Eine für die hydraulische Parallelführung besonders günstige Quetschspaltform ist in Fig. 5 dargestellt. Hierbei besitzt der Magnetpol vorzugsweise 3 Berührungsflächen 501, die in gleichmäßigem Abstand auf dem Umfang des Pols angeordnet werden. Hierbei ist eine runde oder quadratische Form der Berührungsflächen günstig. Die Berührungsfläche sollte je einzelner Anschlagfläche ca. 0,5–1 mm<sup>2</sup> betragen. Zwischen den Berührungsflächen 501 sind die Quetschspalte 502 eingeprägt. Die Berührungsflächen 501 sind durch Schraffur gekennzeichnet.

Die in Fig. 5 dargestellte Quetschspaltform ist weiterhin zur Fertigung von Anschlägen für die Ventilnadel von an sich bekannten Einspritzventilen gut geeignet. Derartige bekannte Ventile besitzen eine in einer Aufnahmehöhlung geführte Ventilnadel, die mit dem Anker



fest verbunden ist. Die Ventilnadel ist mit einer ringförmigen Anschlagplatte versehen, die bei geöffnetem Ventil auf einen scheinbar unregelmäßigen Anschlag schlägt. Die Quetschspalte werden erfahrungsgemäß in diesen scheinbar unregelmäßigen Anschlag eingepreßt. Durch die zusätzliche Dämpfung der Aufschlagbewegung durch die Quetschspalte wird das Prellen des Ventils vermindernd und eine Verringerung der Berührungsflächen ermöglicht. Durch die verringerten Berührungsflächen wird eine Verbesserung der Stabilität der Abfallzeit des Ventils erzielt.

Der Effekt der abnehmenden Strömungskräfte gegen Ende des Ventilöffnungsvorgangs kann vermieden werden, indem am äußeren Umfang des Ventilsitzes mehrere getrennte Quetschspaltflächen symmetrisch angeordnet werden, zwischen denen der Kraftstoff durch eingeübte Nuten weitgehend ungehindert durchströmen kann. Ein derartiger Ventilsitz wird anhand von Fig. 6 näher erläutert. Hierbei sind mehrere Quetschspalte 602 um den Sitz 603 herum symmetrisch angeordnet. Innerhalb des Sitzes 603 ist die Düse 604 angeordnet. Die Fläche 601 ist gegenüber den Quetschspalten 602 um ca. 0,1–0,2 mm zurückverlegt, um eine weitgehend ungehinderte Kraftstoffzufuhr zum Sitz 603 zu ermöglichen. Die Fertigung der Fläche 601 sollte gemeinsam mit dem Innenraum 605 des Sitzes 603 vorzugsweise durch Prägen erfolgen. Anschließend wird das gesamte Ventilsitzteil auf der Oberfläche vorzugsweise durch Flachlängen plan bearbeitet. Danach werden die Quetschspalte 602 durch ein die Quetschspalte überdeckendes Werkzeug gegenüber dem Sitz 603 um ca. 3–10 Mikrometer zurückgeprägt.

Eine weitere günstige Ventilsitzform ist in Fig. 7 dargestellt. Hierbei ist innerhalb des Sitzes 701 ein Quetschspalt 702 angeordnet, der zur Dämpfung des Ankeraufschlags dient. Um den Quetschspalt 702 sind mehrere Düsen 703 angeordnet. Als weiterer Vorteil dieser Sitzanordnung ergibt sich eine besonders geringe Kraftstoffspeicherung innerhalb des Sitzes.

Weitere zweckmäßige Auslegungen und Varianten des erfahrungsgemäßen Ventils und des Fertigungsverfahrens können den Ansprüchen entnommen werden.

#### Patentansprüche

1. Fertigungsverfahren zur Herstellung von Quetschspalten bei elektromagnetischen Ventilen, vorzugsweise bei Einspritzventilen zur Kraftstoffeinspritzung, wobei die Tiefe des Quetschspaltes einige  $\frac{1}{100}$  mm nicht übersteigt und vorzugsweise ca. 3–20 Mikrometer beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des Quetschspaltes (201) ein Prägewerkzeug (205) dient, das auf der Oberfläche des Werkstückes (101) anliegt, wobei die anliegende Oberfläche (208) des Prägewerkzeugs (205) die Form des Quetschspaltes (201) besitzt oder den Quetschspalt (201) seitlich überdeckt, das weiterhin mit Hilfe von Führungsmitteln (202) in Relation zum Werkstück seitlich geführt wird, welches ferner in der senkrechten Achse des Flächenschwerpunktes des zu bearbeitenden Quetschspaltes eine Berührungsstelle (206) für ein Schlagwerkzeug (207) aufweist, wobei der Quetschspalt (201) durch einen Schlag des Schlagwerkzeugs (205) erzeugt wird, indem das Material des Werkstückes (101) lokal verdichtet wird, und wobei die Tiefe des Quetschspaltes (201) durch die kinetische Energie des Schlagwerkzeugs (207) kon-

trolliert wird.

2. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil zur Einspritzung von Kraftstoff in das Saugrohr von Verbrennungsmotoren, bestehend aus einem Magnetkreis mit Anker (109) und einem Anschlag (115), an dem der Anker (109) oder ein mit dem Anker fest verbundenes Teil bei erregtem Ventil zum Anschlag gelangt, dadurch gekennzeichnet, daß in einer der zum Anschlag gelangenden Anschlagflächen mehrere Quetschspalte (502) angeordnet sind, deren Tiefe  $\frac{3}{100}$  mm nicht übersteigt, und vorzugsweise 3–10 Mikrometer beträgt.

3. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil zur Einspritzung von Kraftstoff in das Saugrohr von Verbrennungsmotoren, bestehend aus einem Magnetkreis mit Anker und einem flachen Ventilsitz, dadurch gekennzeichnet, daß in der Ebene des Ventilsitzes ein oder mehrere Quetschspalte (117, 602) angeordnet sind, die der hydraulischen Parallelführung des Ankers dienen, wobei die Tiefe der Quetschspalte einige  $\frac{1}{100}$  mm nicht übersteigt.

4. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil zur Einspritzung von Kraftstoff in das Saugrohr von Verbrennungsmotoren (Fig. 1), bestehend aus einem Magnetkreis mit Anker (109), innerhalb dessen eine Rückstellfeder (110) angeordnet ist, wobei der Angriffspunkt der Rückstellfeder (110) unterhalb des Ankerschwerpunktes liegt, wobei der Anker (109) durch mechanische Führungsmaßnahmen (123) radial geführt wird und am Umfang eine ballistische Form besitzt, und wobei der Anker (109) bei erregtem Magnetkreis auf einen zentralen Magnetenpol (101) aufschlägt, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftstoffventil mit einem flachen Ventilsitz (Fig. 1, Fig. 4, Fig. 6, Fig. 7) ausgestattet ist.

5. Fertigungsverfahren zur Herstellung von Quetschspalten bei elektromagnetischen Ventilen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckpunkt (206) des Prägewerkzeugs (207) im Flächenschwerpunkt des Quetschspaltes (201) liegt.

6. Fertigungsverfahren zur Herstellung von Quetschspalten bei elektromagnetischen Ventilen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Verfahren mehrere in einer gemeinsamen Ebene befindliche Quetschspalte (502, 602) gleichzeitig gefertigt werden, wobei der Druckpunkt (206) des Prägewerkzeugs im gemeinsamen Flächenschwerpunkt der Quetschspalte (502, 602) liegt.

7. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Quetschspalte (502) zur hydraulischen Parallelführung des Ankers dienen.

8. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilsitz mit einem oder mehreren Quetschspalten (117, 602) ausgestattet ist, die der hydraulischen Parallelführung des Ankers dienen.

9. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil mit zwei Ventilsitzen (113, 125) ausgestattet ist, zwischen denen sich ein nutförmiger Kraftstoffsammlerraum befindet, der mit mehreren Düsen (118) in Verbindung steht.

10. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des nutförmigen Kraftstoffsammlerraumes mehrere Quetschspalte angeordnet sind, die sich



zwischen den Düsen (118) befinden, und gleichzeitig zur ~~Wirkung~~ Trennung der Kraftstoffzustromung zu einzelnen Düsen dienen.

11. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Ventilsitze (113, 125) unmittelbar von Quetschspalten (116, 117) umgeben sind und mindestens eine an einen Quetschspalt angrenzende Sitzkante (113, 125) gleichzeitig mit dem Quetschspalt mit Hilfe des Verfahrens nach Anspruch 4 eingeprägt wird.

12. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb eines Ventilsitzes (701) ein Quetschspalt (702) angeordnet ist.

13. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb des Ventilsitzes ein Zerstäuber angeordnet ist, der eine nach innen gerichtete Zerstäuberkante (120) besitzt.

14. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3 und 4 und den zugehörigen Nebenansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Quetschspalte anstatt im Sitzbereich in einem flachen Ventilschließkörper (109) angeordnet sind.

15. Elektromagnetisches Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 bis 4 und den zugehörigen Nebenansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Quetschspalte durch ein materialabtragendes Verfahren wie beispielsweise Sandstrahlen oder Elektroerosion erzeugt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

X

-Leerseite-

X

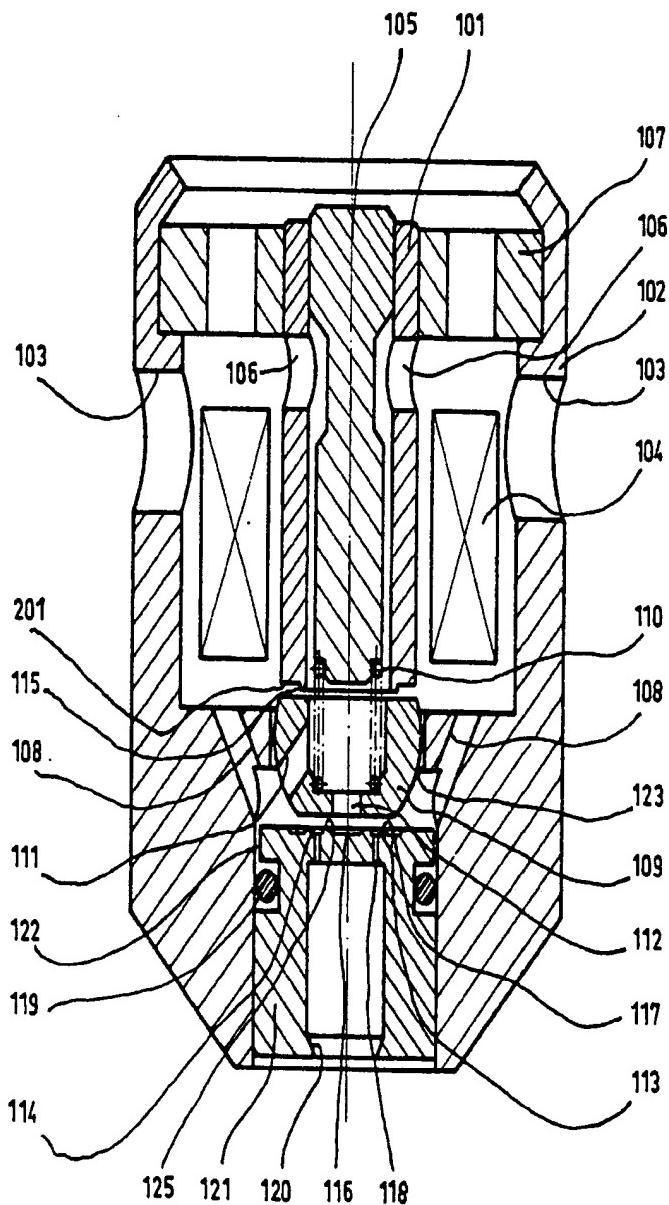


Fig.1

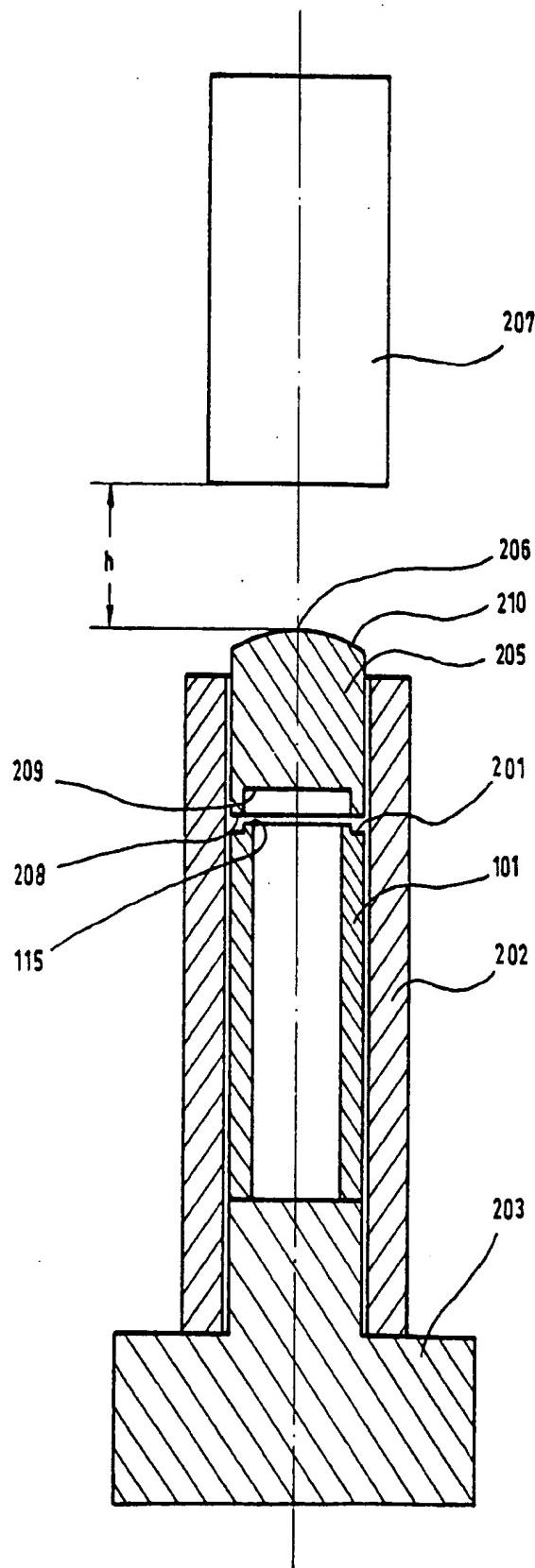


Fig. 2

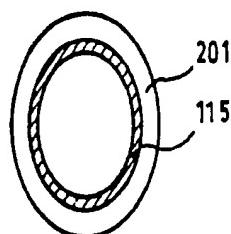


Fig.3

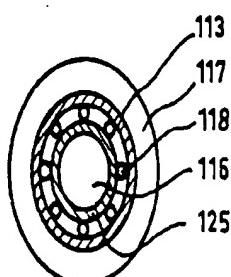


Fig.4

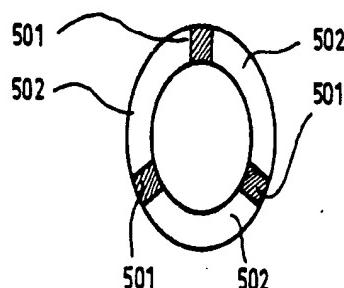


Fig.5

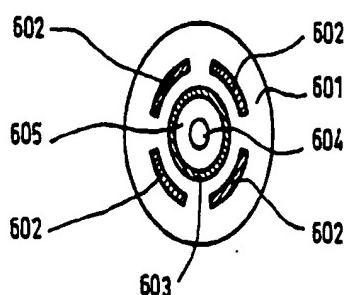


Fig.6

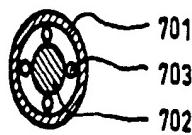


Fig.7

X

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**